

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-206349
(P2000-206349A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	チーフ・ト (参考)
G 0 2 B 6/12		G 0 2 B 6/12	F 2 H 0 4 7
6/122			B

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

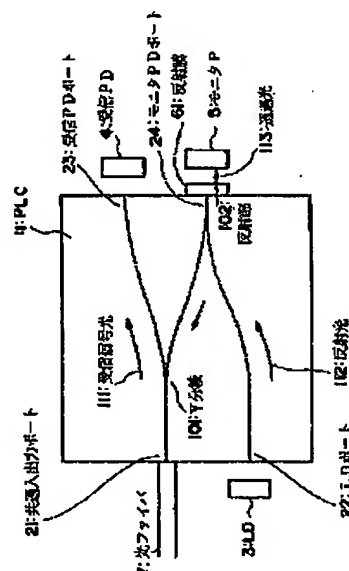
(21) 出願番号	特願平11-7032	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成11年1月13日 (1999.1.13)	(72) 発明者	安藤 昭康 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	100086759 弁理士 渡辺 啓平
		Fターム (参考)	2H047 KA12 LA12 LA14 MA05 MA07 RA00 TA00

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 発光素子のモニタ手段を送信方向前方に配設して直接送信光をモニタすることによって、現実の使用条件下における温度変化や経時変化に対して、発光素子の送信光出力特性を安定化させる。

【解決手段】 LD3から発光される送信信号光が光導波回路11を經由して光ファイバ7から送信される光モジュールであって、LD3の送信信号光を受光するモニタPD5がLD3の送信信号光を回路内で反射する反射部102に当えられ、このモニタPD5によって、反射部102の反射膜61を透過する送信信号光を直接受光してモニタする構成としてある。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開2000-206349

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波回路と、この光導波回路に実装された光ファイバと、前記光導波回路に実装された発光素子と、を備え、前記発光素子から発光される送信信号光が前記光導波回路を介して前記光ファイバから送信される光モジュールであって、

前記発光素子の送信信号光を受光するモニタ受光素子を備え、

このモニタ受光素子が、前記光導波回路内の、前記送信信号光の送信方向前方に配設されたことを特徴とする光モジュール。

【請求項2】 前記光導波回路が、前記発光素子の送信信号光を回路内で反射する反射部を備え、前記モニタ受光素子が、前記反射部に備えられて前記送信信号光を受光する請求項1記載の光モジュール。

【請求項3】 前記反射部が、前記発光素子の送信信号光の一部を透過する反射膜を備え、前記モニタ受光素子が、前記反射膜の後方に配設されて前記送信信号光の透過光を受光する請求項2記載の光モジュール。

【請求項4】 前記光導波回路が、前記発光素子の送信信号光の一部を回路内で分岐する分岐部を備え、前記モニタ受光素子が、前記分岐部の分岐方向前方に配設されて前記送信信号光の分岐光を受光する請求項1記載の光モジュール。

【請求項5】 前記モニタ受光素子で受光される送信信号光の受光電流が一定になるように前記発光素子を制御する発光素子駆動回路を備えた請求項1～4に記載の光モジュール。

【請求項6】 前記光導波回路が、前記光ファイバから受信される受信信号光を受光する受光素子を備えた請求項1～5記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光導波回路を用いて信号光の送受信を行う光モジュールに関し、特に、発光素子から発光される送信信号光の一部をモニタすることにより、モニタ光量の変動に応じて発光素子の駆動電流を制御して、温度変化や経時変化に対して送信光出力特性を安定化させることができる光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、インターネット等の普及により通信回路への需要が増加してきており、幹線系のみならず加入者系への需要も高まってきている。特に、加入者系では、通信コストに対する要求が厳しく、加入者系光通信網の拡大のためには通信用光デバイスの低コスト化が急務の課題となっている。また、加入者用光モジュールでは、小型化、低コスト化のために、光導波路を内蔵し

送受信機能を一体化した光モジュールが開発されている。

【0003】以下、従来の光モジュールについて図5及び図6を参照して説明する。図5は、従来の光モジュールの構成を示す平面構成図である。図6は、従来の光モジュールにおけるLD電流と光出力及びモニタPDでのモニタ電流の関係を示すグラフ図である。

【0004】図5に示すように、従来の送受信機能を一体化した光モジュールは、発光素子となるLD (Laser Mode) 3、受光素子となる受信PD (Photo Diode) 4及びモニタPD5、Y分岐101及び方向性結合型反射部102とを備えたPLC (光導波路回路: Planar Light wave Circuit) 11と、このPLC 11に実装、接続された光ファイバ7とで構成されている。

【0005】PLC 11には、共通入出力ポート21と、LDポート22と、受信PDポート23の3つの入出力部が形成されている。PLC 11の共通入出力ポート21には、光ファイバ7が実装され、PLC 11からの送信信号光及び受信信号光が光ファイバ7に効率よく結合するようになっている。

【0006】LDポート22にはLD 3が実装されており、LD 3から発光される送信信号光がPLC 11に効率よく結合するようになっている。また、LD 3の送信方向と反対側には、LD 3のモニタ光を受光するモニタPD5が配設されている。

【0007】受信PDポート23には受信PD 4が実装されており、PLC 11からの受信信号光が受信PD 4に効率よく結合するようになっている。また、方向性結合型反射部102は、反射膜62が取り付けられており、LD 3からの送信信号光を全反射するようになっている。

【0008】このような構成からなる従来の光モジュールの動作について説明する。まず、光ファイバ7から入射した受信信号光111は、PLC 11の共通ポート21からPLC内を伝搬しY分岐101を経て受信PD 4で受光される。この受信PD 4で光信号が電気信号に変換され、受信PD 4に接続された図示しない受信回路に入力される。

【0009】一方、LD 3より発光された送信信号光は、PLC 11のLDポート22で結合してPLC内を伝搬される。この送信信号光114は、反射膜62を備えた方向性結合型反射部102で全反射され、反射光114aが共通入出力ポート21から光ファイバ7へと伝搬される。

【0010】そして、このような従来の光モジュールでは、図5に示すように、送信信号光の変動を抑制するために、LD 3の片端面 (送信方向と反対の面) から出射されるモニタ光115を受光するようにモニタPD5が実装されており、モニタPD5での受光電流が一定となるようにLD駆動電流の制御を行って、送信信号光の安

(3)

特開2000-206349

3

定化を図っている。

【0011】図6に従来の光モジュールにおけるLD電流と光出力及びモニタPDでのモニタ電流の関係を示す。一般に、LDの特性は、図6(a)に示すように、しきい値電流(図6(a)の符号251)以上では電流の増加に伴い光出力206もモニタ電流207も共に比例して増加する。すなわち、LDの光出力とモニタ電流は、図6(b)に示すように、特性210のような比例関係にある。

【0012】このため、モニタ電流の変化量を観測してこの値が一定になるようにLD電流を制御すれば、結果的に送信信号出力を一定に制御することができる。これによって、環境温度が変化してLDの特性が変化した場合に、モニタ電流値を用いて送信光出力の変化を制御することが可能であった。このような従来の光モジュールとしては、例えば特開平9-184934号公報の「光送受信モジュール」がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】このようなLDのモニタ光を用いた従来の光モジュールにおける送信信号光の制御方法では、①LDの両端面から出射される光量の比は常に一定であって、かつ、②LDから出射されてP-LCに光学的に結合する割合、すなわち結合損失は常に一定である、という二つの条件が満たされた場合に、上述のようなモニタ電流による送信光出力の制御が可能となる。

【0014】しかしながら、実際の光モジュールの使用条件では、LDの両端面から出射される光量の比は温度によって変化する場合があります。また、LD-P-LC間の結合損失も温度変動や経時的劣化等の要因によって変化する。すなわち、光モジュールにおける送信信号光の変動要因としては、現実には、LDの発光光量の変動だけでなく、LDとP-LC間の結合の変動もあり、LDの送信光とモニタ光の光量比も変化する。LDのモニタ光を用いて制御する方式では、LD自体の変動に対しては制御が可能であるが、LDとP-LCとの光学的な結合に起因する変動に対しては制御が不可能で、LDとP-LC間の結合の変動による送信信号光の変動が生じた場合、これを抑えることができなかった。

【0015】このため、従来の光モジュールにおけるモニタ電流での制御では、例えば温度が変化して図6(a)の鎖線で示す光出力208やモニタ電流209のように変化した場合、図6(b)の鎖線で示す特性211や212のように、光出力がある範囲内ではらつきを生じる結果となっていた。

【0016】このように、従来の光モジュールでは、送信信号光の変動を制御するために、LDの片端面(送信方向の後方)から出射されるモニタ光をモニタPDで受光し、このモニタPDでの受光電流が一定となるようにLD駆動電流の制御を行うことで送信信号光の安定化

4

を図っていたため、現実の使用状況下で生ずる光モジュールの通信環境の変化に対応しきれなかった。

【0017】このため、従来の光モジュールでは、光学的結合部分を含む光特性について、あらかじめ光学的な変動量を測定しておき、温度や経時的な特性変動がある規格内に抑えるように特性を選別し製品だけを使用する必要があった。このような選別は製造歩留に影響を及ぼすことになり、光モジュールの低コスト化を図るための障害となっていた。

【0018】なお、特開平7-168038号には、光導波回路内の合波分波部を一箇所のみとして光モジュールの小型化と送受信信号の低損失化を図る「双方向伝送用光送受信モジュール」が提案されている。しかし、この公報記載の技術は、装置の小型化と信号の低損失化を目的としたものであって、送信信号のモニタ制御に関する記載は特になく、上述した従来の課題を解決するものではなかった。

【0019】本発明は、このような従来の技術が有する問題を解決するために提案されたものであり、発光素子から発光される送信信号光の一部をモニタするモニタ手段を、光導波回路内の送信方向前方に配設することにより、モニタ光量の変動に応じて発光素子の駆動電流を制御して、温度変化や経時変化に対して送信光出力特性を安定化させる制御を行うことができる光モジュールの提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の請求項1記載の光モジュールは、光導波回路と、この光導波回路に実装された光ファイバと、前記光導波回路に実装された発光素子と、を備え、前記発光素子から発光される送信信号光が前記光導波回路を介して前記光ファイバから送信される光モジュールであって、前記発光素子の送信信号光を受光するモニタ受光素子を備え、このモニタ受光素子が、前記光導波回路内の、前記送信信号光の送信方向前方に配設された構成としてある。

【0021】具体的には、請求項2記載の光モジュールでは、前記光導波回路が、前記発光素子の送信信号光を回路内で反射する反射部を備え、前記モニタ受光素子が、前記反射部に備えられて前記送信信号光を受光する構成としてある。特に、請求項3では、前記反射部が、前記発光素子の送信信号光の一部を透過する反射膜を備え、前記モニタ受光素子が、前記反射膜の後方に配設されて前記送信信号光の透過光を受光する構成としてある。

【0022】一方、請求項4記載の光モジュールでは、前記光導波回路が、前記発光素子の送信信号光の一部を回路内で分岐する分岐部を備え、前記モニタ受光素子が、前記分岐部の分岐方向前方に配設されて前記送信信号光の分岐光を受光する構成としてある。

(4)

特開2000-206349

5

【0023】また、請求項5記載の光モジュールでは、前記モニタ受光素子で受光される送信信号光の受光電流が一定になるように前記発光素子を制御する発光素子駆動回路を備えた構成としてある。そして、請求項6記載の光モジュールは、前記光導波回路が、前記光ファイバから受信される受信信号光を受光する受光素子を備えた送受信機能一体型の光モジュールとして構成してある。

【0024】このような構成からなる本発明の光モジュールによれば、送信信号光の一部を透過し、又は分岐することによって、直接モニタする機能をPLCに付加している。モニタ光量の変動に応じてLD駆動電流を制御することにより、温度変動や経時変動による送信信号光の変動のない安定した特性を得ることができる。

【0025】すなわち、本発明では、送信信号光の一部を直接モニタしているため、送信信号光の変動を直接的に観測することができるので、従来のモニタ光を受光してモニタを行う方法と異なり、現実の使用条件下で様々な変動要因が生じて、その変動に対して極めて高精度に制御が可能となる。これにより、本発明では、送信信号光の変動の極めて少ない安定した特性を得ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の送受信機能一体型光モジュールの実施形態について、図面を参照して説明する。

【第一実施形態】まず、本発明の送受信機能一体型光モジュールの第一実施形態について図1～図3を参照して説明する。図1は、本発明の第一実施形態にかかる光モジュールを示す平面構成図である。図2は、本実施形態にかかる光モジュールのLD駆動回路をブロック図である。また、図3は、本実施形態にかかる光モジュールにおけるLD電流と光出力及びモニタPDでのモニタ電流の関係を示すグラフ図である。

【0027】図1に示すように、本実施形態にかかる送受信機能一体型光モジュールは、送受信機能が一体化された光モジュールであり、発光素子となるLD (Laser Diode) 3、受光素子となる受信PD (Photo Diode) 4及びモニタPD5、Y分岐101及び反射膜61を備えた反射部102とからなる光導波路回路11 (PLC: Planar Light wave Circuit) と、このPLC11に実装、接続された光ファイバ7とで構成されている。

【0028】PLC11には、共通入出力ポート21と、LDポート22と、受信PDポート23と、モニタPDポート24の4つの入出力部が形成されている。PLC11の共通入出力ポート21には、光ファイバ7が実装、接続されており、送信信号光及び受信信号光がPLC11と光ファイバ7との間で効率良く結合するようになっている。

【0029】LDポート21には、LD3が実装され、LD3の発光光が効率よくPLC11に結合するように

6

なっている。なお、本実施形態では、LD3のモニタを送信信号光の前方に位置するモニタPD5で行うようになっているので、LD3の発光光は、すべて送信方向に向けて発光することができる。すなわち、従来のLDのように、モニタ用に送信方向と反対方向にモニタ光を発光する必要がなく、LD3の発光効率を向上させることができる。

【0030】受信PDポート23には、受信PD4が実装されており、PLC11からの受信信号光が受信PD4に効率良く結合するようになっている。モニタPDポート24は、ある一定の割合の光を透過する反射膜61が備えられた反射部102を構成している。この反射膜61は、ある一定の割合の光を透過するようになっており、反射膜61の後方にはモニタPD5が配設、実装されている。これにより、反射膜61を透過した送信信号光の一部がモニタPD5に効率良く結合するようになっている。

【0031】以上のように、本実施形態のPLC11は、LD3と受信PD4を備えた送受信機能一体型の光モジュールを構成している。なお、PLC11を形成する材料としては、石英材料やプラスチック材料を用いたものがあり、その材料や製造方法については特に問わない。

【0032】次に、このような構成からなる本実施形態の光モジュールの動作について図1を参照して説明する。まず、光ファイバ7から入射した受信信号光111は、PLC11の共通ポート21からPLC内を伝搬しY分岐101を経て受信PD4で受光される。この受信PD4で光信号が電気信号に変換され、受信PD4に接続された図示しない受信回路に入力される。

【0033】一方、LD3より発光された送信信号光112は、PLC11のLDポート22で結合してPLC内を伝搬する。この送信信号光112は、反射膜61が付加された反射部102で大部分が反射し、反射光112aが共通入出力ポート21から光ファイバ7へと伝搬される。

【0034】一方、反射膜61では、ある割合の光が透過するようになっており、この透過光113がモニタPD5で受光される。モニタPD5から出力された受光電流を観測することにより、送信信号光112aの変動量をモニタすることができる。

【0035】ここで、反射部102での反射光と透過光の比は、本実施形態にかかる光モジュールを使用する条件に合わせて設定する必要があるが、例えば反射光：透過光=10:1程度の割合になるように設定してあれば、反射光すなわち送信信号光1mWに対して透過光すなわちモニタ光は100μW程度となる。

【0036】図2を参照して本実施形態の光モジュールにおける送信信号光の制御の状態を説明する。LD3から発光された送信信号光110は、上述のとおり、その

(5)

特開2000-206349

7

一部が反射膜61を透過してモニタPD5で受光される。そして、この受光電流がある一定の値になるように、LD駆動回路8によってLD駆動電流にフィードバックがかかり、送信信号光が一定の値になるようにLD3が制御される。

【0037】このようにLD駆動回路8で制御されるLD電流と光出力及びモニタ電流の関係を図3に示す。一般に、LDの特性は、図3(a)に示すようにしきい値電流(図3(a)の符号250)以上では電流の増加に伴い光出力201が比例して増加する。また、モニタ電流202はLD3の送信光の一部を監視しているため、光出力と同様の特性を示し、基本的にはLDの光出力とモニタ電流は図3(b)の特性205に示すように比例関係にある。

【0038】ここで、本実施形態では、反射膜61を透過させることによって、LD3の送信光の一部を直接モニタしているため、LDの光出力とモニタ電流の関係は、従来のように、LDの両端面から出射される光量の比や、LD-PLC間の光学的結合損失等の要因の影響を受けず、また、その他の温度変動や経時劣化の影響もほとんど受けることがない。

【0039】すなわち、LDより発光された送信信号光は、PLCのLDポートで結合してPLC内を伝搬し反射膜が付加された反射部で大部分が反射した後、共通入出力ポートから光ファイバに結合するが、ある割合の送信信号光は反射膜を透過しモニタPDで受光される。

【0040】このため、例えば温度が変化した場合、図3(a)の波線で示す光出力203やモニタ電流204のように変化しても、図3(b)の特性205のほぼほとんど変化が見られない。従って、このモニタPDで受光され電気信号に変換された受光電流を監視してLD駆動電流を制御することにより、送信信号光の温度変動や経時変動による送信信号光の変動の少ない安定した特性を得ることができる。

【0041】すなわち、モニタ電流の変化量を監視してこの値が一定になるようにLD電流を制御すれば、送信信号出力はほぼ一定に制御されることになる。従って、本実施形態の光モジュールでは、従来行われていたような、あらかじめ光学的な変動量を測定しておいてある規格内の製品だけを使用することといったことも一切必要なくなる。

【0042】以上説明したように、本実施形態にかかる送受信機能一体型光モジュールでは、送信信号光の一部をモニタする機能をPLCに付加してモニタ光量の変動に応じてLD駆動電流を制御することにより、温度変動や経時変動による送信信号光の変動のない安定した特性を得ることができる。

【0043】すなわち、本実施形態の光モジュールでは、送信信号光の一部を直接モニタしているため、送信信号光の変動を直接的に監視することができるので、従

8

来のようにモニタ光を受光してモニタを行う方法と異なり、現実の使用条件下で様々な変動要因が生じて、その変動に対して極めて高精度に制御が可能となる。これによって、本実施形態では、送信信号光の変動の極めて少ない安定した特性を得ることができる。

【0044】[第二実施形態]次に、本発明の送受信機能一体型光モジュールの第二実施形態について図4を参照して説明する。図4は、本発明の第二実施形態にかかる光モジュールを示す平面構成図である。

【0045】同図に示すように、本実施形態の送受信機能一体型光モジュールは、上述した第一実施形態における送受信機能一体型光モジュールの変形実施形態であり、第一実施形態でLDの送信光を反射膜で透過してモニタしていたのを、分岐部で分岐した送信光の一部をモニタするようにしたものである。

【0046】すなわち、本実施形態にかかる光モジュールは、LD3と、受信PD4と、モニタ用PD5と、2ヶ所のY分岐103及び104から構成されるPLC(光導波回路)12と、光ファイバ7とからなっている。

【0047】PLC12には、共通入出力ポート21と、LDポート22aと、受信PDポート23と、モニタPDポート24aの4つの入出力部が形成されている。PLCの共通入出力ポート21には、光ファイバ7が実装され、送信信号光及び受信信号光がPLC12と光ファイバ7との間で効率良く結合するようになっている。

【0048】LDポート22aには、LD3が実装され、LD3の発光光が効率よくPLC12に結合するようになっている。受信PDポート23には、受信PD4が実装され、PLC12からの受信信号光が受信PD4に効率良く結合するようになっている。

【0049】さらに、モニタPDポート24aには、送信信号光を受光するためのモニタPD5が実装されている。そして、本実施形態では、図4に示すように、LD3から発光された送信信号光116が、Y分岐104を介して一方の信号光(出力送信信号光116a)が共通入出力ポート21から光ファイバ7へと伝搬されるとともに、分岐されたもう一方の信号光(モニタ送信信号光117)がモニタPD5で受光されるようになっている。

【0050】次に、以上のような構成からなる本実施形態にかかる光モジュールの動作について説明する。なお、受信信号光に関する動作は、図1に示す第一実施形態の場合と同様であるので省略する。LD3より発光された送信信号光116は、PLC12のLDポート22aで結合してPLC内を伝搬し、Y分岐104を介して一方の信号光116aが共通入出力ポート21から光ファイバ7へと伝搬される。

【0051】もう一方のポートに分岐された送信信号光

JP,2000-206349,A

STANDARD ZOOM-UP ROTATION No Rotation  ☐ REVERSAL RELOAD
PREVIOUS PAGE NEXT PAGE DETAIL

(6)

特開2000-206349

9

117はモニタPD5で受光されて電気信号に変換される。このモニタPD5から出力された受光電流を観測することにより、送信信号光の変動量をモニタすることができる。

【0052】このように、本実施形態の光モジュールによっても、上述した第一実施形態の場合と同様の効果を得ることができる。すなわち、本実施形態では、LDの送信信号光の一部を分岐してモニタし、そのモニタ光量の変動に応じてLD駆動電流を制御しているので、送信信号光の変動を直接的に観測することができ、温度変動や経時変動による送信信号光の変動のない安定した特性を得ることができる。

【0053】なお、本発明の送受信機能一体型光モジュールは、上述した実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲で種々の変更実施が可能であることは言うまでもない。例えば、上述した実施形態では、光モジュールが、LDと受信PDの双方を備えた送受信機能一体型の光モジュールを構成していたが、本発明のLDのモニタ制御構造が借えられる限り、送信機能のみの光モジュールであってもよい。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明の送受信機能一体型光モジュールによれば、発光素子から発光される送信信号光の一部をモニタするモニタ手段を、光導波回路内の送信方向前方に配設することにより、モニタ光量の変動に応じて発光素子の駆動電流を制御して、温度変化や経時変化に対して送信光出力特性を安定化させる制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態にかかる光モジュールを示す平面構成図である。

【図2】本発明の第一実施形態にかかる光モジュールのLD駆動回路をブロック図である。

【図3】本発明の第一実施形態にかかる光モジュールに*

10

*おけるLD電流と光出力及びモニタPDでのモニタ電流の関係を示すグラフ図である。

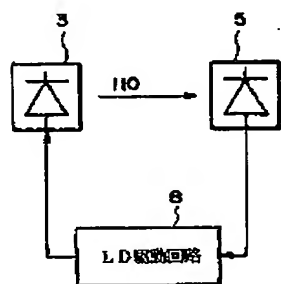
【図4】本発明の第二実施形態にかかる光モジュールを示す平面構成図である。

【図5】従来の光モジュールの構成を示す平面構成図である。

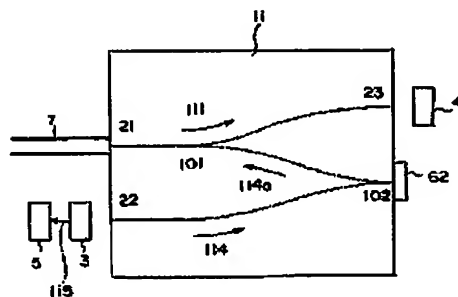
【図6】図5に示す従来の光モジュールにおけるLD電流と光出力及びモニタPDでのモニタ電流の関係を示すグラフ図である。

- 10 【符号の説明】
- 3 LD（発光素子）
 - 4 受信PD
 - 5 モニタPD
 - 7 光ファイバ
 - 8 LD駆動回路
 - 11 PLC（光導波回路）
 - 21 共通入出力ポート
 - 22 LDポート
 - 22a LDポート
 - 23 受信PDポート
 - 24 モニタPDポート
 - 24a モニタPDポート
 - 61 反射膜
 - 101 Y分岐
 - 102 反射部
 - 103 Y分岐
 - 104 Y分岐
 - 111 受信信号光
 - 112 送信信号光
 - 112a 反射光
 - 113 透過光
 - 116 送信信号光
 - 116a 出力送信信号光
 - 117 モニタ送信信号光

【図2】



【図5】



JP,2000-206349,A

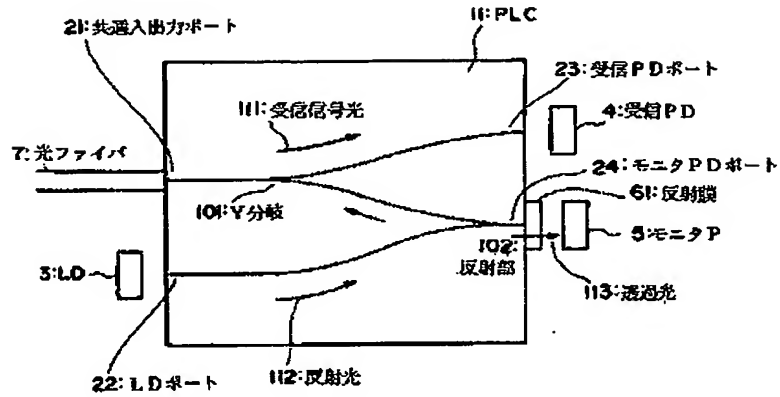
STANDARD ZOOM-UP ROTATION No Rotation ☒ REVERSAL RELOAD
PREVIOUS PAGE NEXT PAGE DETAIL

BEST AVAILABLE COPY

(7)

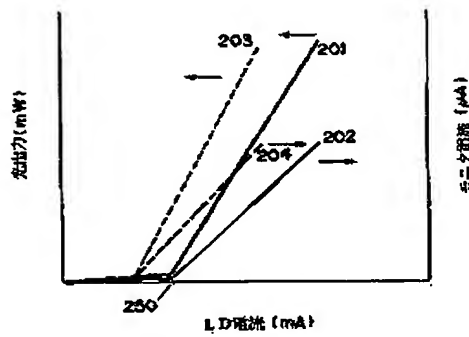
特開2000-206349

【図1】

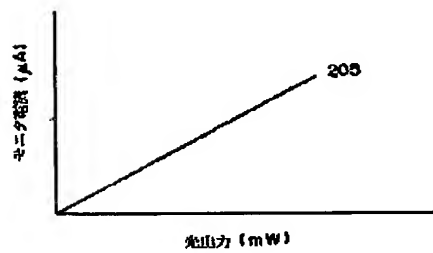


【図3】

(a)

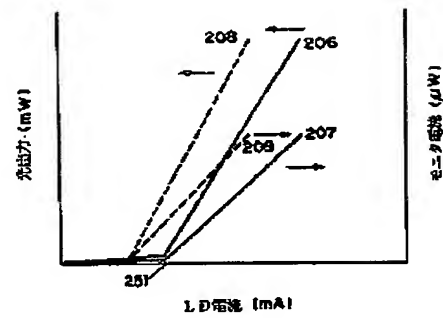


(b)

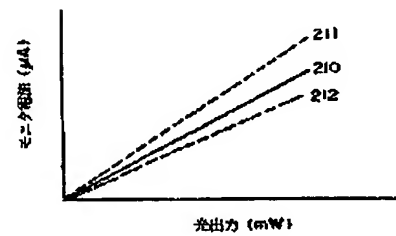


【図6】


(a)



(b)



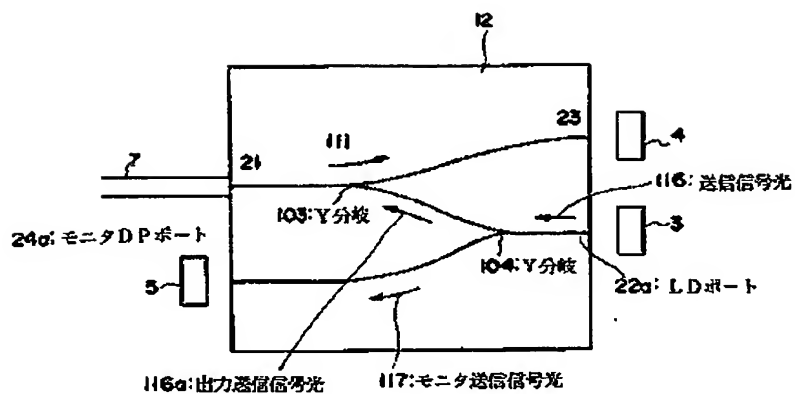
JP,2000-206349,A

STANDARD ZOOM-UP ROTATION No Rotation  ☐ REVERSAL RELOAD
PREVIOUS PAGE NEXT PAGE DETAIL

(8)


特開2000-206349

【図4】



BEST AVAILABLE COPY

JP,2000-206349,A

STANDARD ZOOM-UP ROTATION No Rotation  ☐ REVERSAL RELOAD
PREVIOUS PAGE NEXT PAGE DETAIL